



⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 199 53 651 A 1

⑯ Int. Cl. 7:  
G 08 B 13/22

⑯ Aktenzeichen: 199 53 651.1  
⑯ Anmeldetag: 8. 11. 1999  
⑯ Offenlegungstag: 10. 5. 2001

⑯ Anmelder:  
Brych, Heinz, 54294 Trier, DE

⑯ Zusatz in: 199 55 464.1  
⑯ Erfinder:  
gleich Anmelder

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Vorrichtung zur Detektion von Gegenständen, welche unberechtigt durch einen gesicherten Bereich befördert werden

⑯ Die Erfindung betrifft eine Identifikationseinrichtung, welche elektrisch leitfähige Gebilde detektieren kann, die in Form von Hochfrequenzschwingkreisen oder alternativ in Form von Dipolantennen ausgebildet sind. Die Detektion erfolgt zeitgleich, wenn diese Gebilde durch einen gesicherten Bereich befördert werden. Hierbei sind die Schwingkreise oder die Dipolantennen so dimensioniert, dass deren Resonanzfrequenz und die Frequenz des von der Detektionseinrichtung ausgesandten hochfrequenten Wechselfeldes gleich sind. Ein wesentliches Kennzeichnungsmerkmal der Erfindung liegt darin, dass die Schwingkreise oder die Dipolantennen mittels Drucktechniken auf einen vorzugsweise flächigen, ebenen Gegenstand aufgebracht werden können, wobei Leitacke den elektrischen Leiter darstellen.

DE 199 53 651 A 1

DE 199 53 651 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Identifikationseinrichtung, welche elektrisch leitfähige Gebilde detektieren kann, die in Form von Hochfrequenzschwingkreisen oder alternativ in Form von Dipolantennen ausgebildet sind. Die Detektion erfolgt zeitgleich, wenn diese Gebilde durch einen gesicherten Bereich befördert werden. Hierbei sind die Schwingkreise oder die Dipolantennen so dimensioniert, dass deren Resonanzfrequenz und die Frequenz des von der Detektionseinrichtung ausgesandten hochfrequenten Wechselfeldes gleich sind. Ein wesentliches Kennzeichnungsmerkmal der Erfindung liegt darin, dass die Schwingkreise oder die Dipolantennen, mittels Drucktechniken auf einen vorzugsweise flächigen, ebenen Gegenstand aufgebracht werden können, wobei Leitlacke den elektrischen Leiter darstellen.

Den Stand der Technik repräsentieren Einrichtungen unterschiedlicher Technologie und Ausführungsform, welche zur Artikelsicherung und zur Verhinderung von Diebstählen in Kaufhäusern eingesetzt werden. Hierbei ist allen bekannten Verfahren das konstruktive Kennzeichen gemeinsam, dass ein passives oder aktives Sicherungselement, in Form eines Anhängers, Aufklebers oder eines in das Produkt eingearbeiteten Gebildes, einem statischen und/oder magnetischen Wechselfeld ausgesetzt werden. Die entsprechende Reaktion des Sicherungselementes auf das niederfrequente oder hochfrequente Wechselfeld, wird von einer geeigneten Antenne empfangen und einer Analyse- und Auswerteeinrichtung zugeführt, welche einen Hochfrequenzempfänger beinhaltet. Hierbei werden in grober Untergliederung die folgend beschriebenen Verfahren angewandt:

A) Beim Resonanzverfahren wird der Überwachungsbereich mittels eines Hochfrequenzgenerators und einer Sendeantenne mit einem niederfrequenten oder hochfrequenten Wechselfeld bestrahlt, wobei das Sicherungselement einen auf die Sendefrequenz abgestimmten Parallelschwingkreis enthält. Wird nun dieses Sicherungselement in den Überwachungsbereich gebracht, gerät der Schwingkreis in Resonanz und entzieht gleichzeitig dem Wechselfeld Energie. Dieser Energieentzug wird von einer Auswerteelektronik detektiert und ausgewertet.

→ B) Das Niederfrequenz Rückstrahlverfahren gemäß DE 31 39 354 beruht darauf, dass der Überwachungsbereich mittels eines Generators und einer induktiven Sendeantenne mit einem niederfrequenten Wechselfeld bestrahlt wird, dessen Frequenz F1 im Bereich von 10 KHz bis zu ca. 200 KHz liegt. Das Sicherungselement besteht aus einem ferromagnetischen Material, welches ein nichtlineares Element darstellt und in einem Aufkleber, beispielsweise einem Preisschild, enthalten ist. Wird nun dieses Sicherungselement in den Überwachungsbereich gebracht, gerät das ferromagnetische Material in Schwingung und sendet seinerseits, je nach eingesetzter Technologie, auf einer oder mehreren Oberwellen der Erregerfrequenz Antwortsignale aus. Dieser Vorgang dauert solange an, bis das Sicherungselement aus dem Überwachungsbereich entfernt ist und damit nicht mehr durch das externe Nf-Feld bestrahlt wird. Das abgestrahlte oberwellenhaltige HF-Signal wird durch einen Hochfrequenzempfänger empfangen und ausgewertet.

DE 694 01 998 beschreibt ein ähnliches Verfahren, wobei das Sicherungselement jedoch einen frequenzteilenden Transponder darstellt, welcher ein ganzzahlig geteiltes Antwortsignal von F1 zurückstrahlt.

→ C) Das Hochfrequenz Rückstrahlverfahren beruht dar-

auf, dass auch hierbei der Überwachungsbereich mittels eines Hochfrequenzgenerators und einer Sendeantenne mit einem hochfrequenten Wechselfeld der Frequenz F1 bestrahlt wird, wobei das Sicherungselement in der Minimalkonfiguration einen auf diese Frequenz F1 abgestimmten Parallelschwingkreis, eine Halbleiterdiode (Tunneldiode) und einen Speicher kondensator in Form eines Elektrolytkondensators enthält. Wird nun dieses Sicherungselement in den Überwachungsbereich gebracht, wirkt die Diode als Gleichrichter und lädt den Elektrolytkondensator auf. Hat die Kondensatorspannung einen ausreichend hohen Wert erreicht, wirkt die Tunneldiode als Oszillator und strahlt bis zur Entladung des Elektrolytkondensators die Frequenz F2 ab, welche unterschiedlich der Frequenz F1 ist.

Dieser Vorgang wiederholt sich zyklisch solange, bis das Sicherungselement aus dem Überwachungsbereich entfernt und damit nicht mehr durch das externe HF-Feld bestrahlt wird. Das abgestrahlte pulsförmige HF-Signal der Frequenz F2 wird durch einen Hochfrequenzempfänger empfangen und ausgewertet.

D) Das Modulationsverfahren gemäß DE 32 13 065 beruht darauf, dass der Überwachungsbereich mittels eines Mikrowellengenerators und einer entsprechenden Sendeantenne mit einem hochfrequenten Wechselfeld der Frequenz F1 bestrahlt wird. Zusätzlich wird durch einen Niederfrequenzgenerator und eine weitere Antennenanordnung ein zweites, niederfrequentes, elektrostatisches Feld mit der Frequenz F2 erzeugt. Das Sicherungselement besteht bei dieser Einrichtung aus einer Anordnung nichtlinearer Glieder, welche bei Bestrahlung mit den beiden Frequenzen F1 und F2 ein Antwortsignal aussendet, welches dem mit F2 modulierten Signal F1 entspricht. Das abgestrahlte AM modulierte HF-Signal der Frequenz F1 wird durch einen Hochfrequenzempfänger empfangen und ausgewertet.

E) HF-Mischverfahren bei diesem Verfahren gemäß DE 36 88 739 wird der Überwachungsbereich durch zwei Hochfrequenzsender der Frequenzen F1 und F2 bestrahlt, wobei die beiden Sendefrequenzen je nach Ausgestaltung des eingesetzten Sicherungselementes vom VHF Bereich bis zum Ghz Bereich liegen können. Das Sicherungselement besteht aus einer Empfangsantenne für F1 und F2, einem ferromagnetischen Material, welches das nichtlineare Frequenzmischelement bildet, sowie einer Sendeantenne für die Mischprodukte der HF Mischung von F1 und F2. Solange sich das Sicherungselement in dem Überwachungsbereich befindet, strahlt dieses die Mischprodukte von F1 und F2 (= F1 + F2 sowie F1 - F2 usw.) aus, welche von einem Hochfrequenzempfänger empfangen und analysiert werden.

F) HF-Transponder bei diesem Verfahren gemäß DE 36 32 966, wird der Überwachungsbereich durch ein moduliertes HF-Signal F1 bestrahlt, welches eine Information in analoger oder digitaler Form enthält, wobei das Sicherungselement einen auf die Sendefrequenz F1 abgestimmten Parallelschwingkreis, eine digitale oder analoge Signalauswertelektronik, einen Antwortsender mit der Sendefrequenz F2 und eine aus einem HF Gleichrichter und einem Ladekondensator bestehende Spannungsversorgung enthält. Wird nun dieses Sicherungselement in den Überwachungsbereich gebracht, lädt die Gleichrichterschaltung den Ladekondensator auf. Hat die Kondensatorspannung einen ausreichenden hohen Wert erreicht, startet die Signalauswertelektronik, analysiert das Sendesignal F1 und strahlt das HF Antwortsignal auf der Frequenz F2

ab. Dieser Vorgang wiederholt sich solange, bis das Sicherungselement aus dem Überwachungsbereich entfernt und damit nicht mehr durch das externe HF-Feld bestrahlt wird. Das hierbei vom Sicherungselement (Transponder) abgestrahlte modulierte HF-Signal der Frequenz P2 wird durch einen Hochfrequenzempfänger empfangen und ausgewertet.

Die zuvor beschriebenen Detektionsverfahren erfordern technologisch relativ aufwendige Sicherungselemente, welche nur durch die Anwendung komplizierter, aufwendiger und damit teurer Fertigungsverfahren hergestellt werden können. Keines der genannten Sicherungselemente ist mit einer kleinen Anzahl von lediglich einfachen Fertigungsschritten zu realisieren.

Der angemeldeten Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zu Grunde, ein Sicherungselement zu gestalten, welches preiswert ist und mit einer geringen Anzahl von einfachen Fertigungsschritten, ohne Anwendung von speziellen Technologien, in Großserie hergestellt werden kann. Weiterhin muß eine Identifikationseinrichtung zu Detektion dieses Sicherungselementes geschaffen werden.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, dass die gemäß Patentanspruch 1 beschriebene Vorrichtung zur Detektion von Gegenständen, welche unberechtigt durch einen gesicherten Bereich befördert werden, dadurch gekennzeichnet ist, dass

- a) ein oder mehrere Hochfrequenzsender und Sendenantennen mit gleichen oder unterschiedlichen Sendefrequenzen, welche so beschaffen, angeordnet und zusammengefügt sind, dass innerhalb eines gesicherten Bereiches ein gebündeltes Hochfrequenzfeld erzeugt wird, wobei innerhalb eines in diesen Bereich eingebrachten Sicherungselementes eine rezonante HF-Schwingung erzeugt und das Sicherungselement damit zum passiven Strahlen auf der Erregerfrequenz oder dem Gemisch der Erregerfrequenzen angeregt wird,
- b) und mindestens ein Hochfrequenzempfänger einschließlich der zugehörigen Empfangsantenne und mindestens eine Signalanalyseinrichtung so beschaffen, angeordnet und zusammengefügt sind, dass die innerhalb des abzusichernden Raumbereiches auftretende Hochfrequenzstrahlung selektiv empfangen, detektiert und analysiert wird,
- c) das Sicherungselement aus einer Kunststoffkarte besteht, auf oder in welcher ein oder mehrere Hochfrequenzschwingkreise mittels elektrisch leitfähigem Material angebracht sind,
- d) oder das Sicherungselement aus einer Kunststoffkarte besteht, auf oder in welcher eine oder mehrere Hochfrequenz Dipolantennen oder gestreckte oder gewendete Einzelstrahler, mittels elektrisch leitfähigem Material angebracht sind,
- e) oder das Sicherungselement aus einem dreidimensionalen Körper besteht, auf oder in welchem ein oder mehrere Hochfrequenzschwingkreise oder Dipolantennen oder Einzelstrahler mittels elektrisch leitfähigem Material angebracht sind.

Die weitere Ausgestaltung, sowie alternative Ausführungsformen der Erfindung werden in den Unteransprüchen definiert.

**Sicherungselement:** Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann in unterschiedlichen Ausführungsformen realisiert werden, wobei jedoch ein gemeinsames Merkmal aller Varianten darin liegt, dass die hochfrequenzselektiven, leitfähigen Gebilde des Sicherungselementes durch standardmäßig eingesetzte Drucktechniken hergestellt werden können.

Hierbei ist beispielsweise das elektrisch leitfähige, selektive Gebilde auf eine Kunststoffkarte, oder einen dreidimensionalen Körper, mittels Tampondruck oder Siebdruck aufgedruckt, wobei Leitlacke auf vorzugsweise metallischer Basis eingesetzt werden. Dieses leitfähige Gebilde ist so gestaltet, dass mindestens ein oder mehrere für Hochfrequenz selektive Elemente gebildet werden, wobei beispielhaft die folgenden alternativen Formen und die entsprechenden Resonanzfrequenzen zu realisieren sind:

- 10 1) Mittels zweiseitigem oder einseitigem Druck können abgestimmte Schwingkreise als Parallelresonanzkreise realisiert werden. Diese Schwingkreise können auf einer beispielsweise  $90 \times 55$  mm großen Kunststoffkarte, bei einer am Rand dieser Karte verlaufenden elektrisch leitfähigen Schleife, im Frequenzbereich von ca. 80 Mhz bis zu ca. 300 Mhz realisiert werden.
- 15 2) Gestreckte Ganzwellen-Dipole, welche aus zwei Lambda 1/2 Einzelstrahlern bestehen, können auf einer beispielsweise  $90 \times 55$  mm großen Kunststoffkarte, ab ca. 2700 Mhz aufwärts durch einseitigen Druck mit Leitlack realisiert werden, wenn mit einem Verkürzungsfaktor von 0,8 gerechnet wird.
- 20 3) Gestreckte Lambda 1/2 Einzelstrahler, können auf einer beispielsweise  $90 \times 55$  mm großen Kunststoffkarte ab ca. 1300 Mhz aufwärts durch einseitigen Druck mit Leitlack realisiert werden.
- 25 4) Schleifenförmige Lambda 1/2 Einzelstrahler können durch einseitigen Druck mit Leitlack auf einer beispielsweise  $90 \times 55$  mm großen Kunststoffkarte ab ca. 550 Mhz aufwärts realisiert werden.

Zur kostengünstigen und niederohmigen Gestaltung dieser Antennengebilde, wird die Verwendung von Silberleitlack oder von Leitlacken auf einer anderen metallischen Basis empfohlen. Alternativ können die Leitungszüge des Antennengebildes auch aus gestanzten oder mittels anderer formgebenden Techniken, wie Ätzen, Laserschneiden usw. geformten Metallfolien gebildet werden.

Als weitere Technologie und Ausführungsform der Leitungszüge, können elektrisch leitfähige Kunststoffe in Form von selektiv leitfähigen Polymeren zur Gestaltung der Strahler eingesetzt werden.

**Wahl der Betriebsfrequenz:** Die zur Vermeidung von Fehldetektionen optimale Betriebsfrequenz liegt bei ca. 120 Mhz bis ca. 350 Mhz. Die für das Verfahren grundsätzlich anwendbaren weiteren Betriebsfrequenzen innerhalb der ISM Frequenzbereiche, liegen bei 433,05–434,79 Mhz, 2,400–2,483 Ghz, 5,725–5,875 Ghz sowie 24,00–24,25 Ghz. Zur Vermeidung von Fehldetektionen sollten Betriebsfrequenzen im Bereich von ca. 500 Mhz bis zu ca. 2 Ghz nicht benutzt werden, da die normalerweise am Körper getragenen metallischen Gegenstände (Brille, Kugelschreiber, Münzen, Krawattennadel, Armbanduhr, kleine Spraydosen, Zahnpangen, Schmuck usw.) in diesem Frequenzbereich in hochfrequente elektrische Resonanz geraten.

**HF-Resonanzverfahren:** Bei diesem Verfahren, wird mittels eines Hochfrequenzsenders und einer Richtantenne in dem zu überwachenden Raumbereich ein HF-Feld der Frequenz F1 erzeugt. Eine zweite Richtantenne, welche die Empfangsantenne darstellt und den Signaleingang eines HF-Empfängers speist, wird ebenfalls auf den zu überwachten Raumbereich ausgerichtet und so angeordnet, dass diese nicht von der direkten Strahlung der Sendeanntenne getroffen wird. Die räumliche Anordnung der Empfangsantenne sollte so erfolgen, dass im Optimalfall die Minima der Strahlungskulissen beider Antennen zusammenfallen. Zur Verbesserung

der Fehlalarmsicherheit wird der HF Sender alternativ mit einem eindeutig zu identifizierenden Niederfrequenzsignal AM oder FM moduliert.

Wird nun das Sicherungselement von einer Person in das beschriebene Hochfrequenzfeld befördert, gerät das selektive Antennengebilde in Resonanz, wobei dieses die Erregerfrequenz F1 quasi isotrop zurückstrahlt. Diese Strahlung wird von der Empfangsantenne aufgenommen, dem Hochfrequenzempfänger zugeführt und von diesem ausgewertet. Die Analyse und Auswertung erfolgt sowohl auf Vorhandensein des Modulationssignals, als auch nach der Feldstärke des rückgestrahlten Hochfrequenzpegels.

Phasenüberlagerungsverfahren: Bei diesem Verfahren wird mittels zweier Hochfrequenzsender unterschiedlicher Frequenz und zweier Richtantennen, in dem zu überwachenden Raumbereich ein überlagertes Hochfrequenzfeld erzeugt, welches eine dem Frequenzversatz der Sendefrequenzen F1 und F2 entsprechende, kontinuierlich wechselnde Phasenlage aufweist. Die beiden unmodulierten Hochfrequenzsender sollten möglichst phasenstarr miteinander gekoppelt sein, was bei einer Generierung der Sendefrequenzen durch Synthesizer oder bei Anwendung der Frequenzvervielfachung, mittels einer gemeinsame Zeitbasis erreicht wird. Die Differenz der beiden Sendefrequenzen beträgt ca. 1 KHz bis 5 KHz. Eine dritte Richtantenne, welche die Empfangsantenne darstellt und den Signaleingang eines Hochfrequenzempfängers speist, wird ebenfalls auf den zu überwachenden Raumbereich ausgerichtet und so angeordnet, dass diese nicht von der direkten Strahlung der beiden Sendeantennen getroffen wird. Die räumliche Anordnung der Empfangsantenne sollte so erfolgen, dass im Optimalfall die Minima der Strahlungskulen beider Sendeantennen und der Empfangsantenne zusammen treffen.

Wird nun das Sicherungselement von einer Person in das beschriebene Hochfrequenzfeld befördert, gerät das selektive Antennengebilde in Resonanz, wobei das HF-Gemisch der Frequenzen F1 und F2 quasi isotrop von dem Antennengebilde des Sicherungselementes zurückgestrahlt werden. Das zurückgestrahlte Produkt unterliegt der vektoriellen Addition von F1 und F2, wodurch an der Empfangsantenne ein quasi amplitudenmoduliertes HF-Signal (AM ohne Seitenbänder) generiert wird, dessen Modulationsfrequenz der Frequenzdifferenz von F1 - F2 entspricht. Dieses Signal wird dem Hochfrequenzempfänger zugeführt und von diesem ausgewertet. Die Analyse und Auswertung erfolgt sowohl auf Vorhandensein des Modulationssignals, als auch nach der Feldstärke des rückgestrahlten Hochfrequenzpegels.

Radarverfahren: Analog der bekannten Technologien, der zur Abstandsmessung im Nahbereich eingesetzten frequenzmodulierten Abstandsradarverfahren FMCW-Radar, wird ein Hochfrequenzsender, welcher ein leistungskonstantes Hochfrequenzsignal erzeugt, durch ein niederfrequentes Dreiecksignal kontinuierlich gewobbelt bzw. frequenzmoduliert. Dieses FMCW-Signal wird einer Sende- und Empfangsantenne zugeführt und von dieser gebündelt in den zu überwachenden Raumbereich abgestrahlt. Wird nun das Sicherungselement, welches einen Resonanz-Radarreflektor darstellt, in das beschriebene Hochfrequenzfeld befördert, kommt das selektive Antennengebilde des Sicherungselementes in Resonanz, wobei die von diesem aufgenommene Hochfrequenzenergie quasi isotrop in den Raum zurückgestrahlt wird. Ein Teil dieses reflektierten Hochfrequenzsignals wird von der Radarantenne empfangen und einer Frequenzmischereinrichtung zugeführt, wo dieses mit dem Sendesignal gemischt wird. Dabei entsteht als Mischprodukt ein pulsförmiges niederfrequentes Signal, aus welchem sowohl der Abstand der Reflektionsquelle zur Sende-

und Empfangsantenne, die Relativgeschwindigkeit, als auch der Reflektionsgrad ermittelt werden kann.

Das Verfahren bzw. die Funktion der Detektion und Abstandsmessung ist hierbei folgend:

- 5 Zum Zeitpunkt 1 wird das Hochfrequenzsignal mit der Momentanfrequenz F1 von der Antenne abgestrahlt. Angenommen das Sicherungselement ist 1 Meter von der Sende- und Empfangsantenne entfernt, so beträgt die Laufzeit des Hochfrequenzsignals von der Sendeantenne bis zum Sicherungselement 3,3 Nanosekunden. Die Laufzeit des reflektierten Signales zurück zur Antenne beträgt ebenfalls 3,3 Nanosekunden, was einer Gesamtaufzeit von 6,6 Nanosekunden im freien Raum entspricht. Während dieser Zeit hat das frequenzgewobbelte Sendesignal die Frequenz F2 eingenommen. Das reflektierte Signal mit der Momentanfrequenz F1 wird nun zum Zeitpunkt 2 mit dem Sendesignal der aktuellen Momentanfrequenz F2 gemischt, wobei ein niederfrequentes Mischprodukt mit der Frequenz F1 minus F2 entsteht. Die Frequenz dieses Mischproduktes erhöht sich analog der Entfernung (Laufzeit der HF Strahlung) des Sicherungselementes zu der Sende- und Empfangsantenne.

Die Auswertung und Analyse des Mischproduktes erfolgt sowohl im Frequenz- als auch im Amplitudenzbereich, wobei die Frequenzhöhe der Entfernung zum Sicherungselement und die Signalamplitude der Größe der Rückgestrahlten Energie entspricht. Nach der Theorie, dass ein in Resonanz befindlicher Schwingkreis eine größere Energie zurückstrahlt, als beispielsweise ein Schlüsselbund, welches sich nicht in Resonanz befindet, kann das Sicherungselement durch die Analyse und Bewertung der rückgestrahlten Energie detektiert werden. Die Signalauswertung erfolgt mittels analoger Spektrumsanalyse, wobei die Frequenzhöhe den Abstand des Sicherungselementes zur Sende- und Empfangsantenne und die Signalamplitude der Höhe der rückgestrahlten Hochfrequenzenergie entspricht.

Die größte Leistungsfähigkeit und Fehlalarmsicherheit erhält dieses Verfahren beim Einsatz digitaler Signalverarbeitung, wobei das Mischprodukt sowohl auf die spektrale Verteilung der reflektierten Einzelpeaks, als auch auf deren entsprechende Amplitudenverteilung mittels digitalem Signalprozessor analysiert und bewertet wird.

Beschreibung der Erfindung in beispielhaften Ausgestaltungen, anhand der Zeichnungen Fig. 1 bis Fig. 12.

Fig. 1 und Fig. 2 stellt ein beispielhaftes Sicherungselement dar, bei welchem der Hochfrequenzschwingkreis zweiseitig, mittels Silberleitlack und Siebdruckverfahren auf eine ca. 55 x 90 mm große Kunststoffkarte 1 aufgedruckt ist. Die aufgedruckten Leiterzüge stellen einen Parallelschwingkreis mit zwei in Reihe geschalteten Kondensatoren dar, wobei Fig. 1 die Vorderseite und Fig. 2 die Rückseite des Sicherungselementes darstellt. Die Induktivität 2 des Schwingkreises ist im Randbereich der Kunststoffkarte angeordnet und die beiden Kondensatoren werden durch 3 und 4 und 5 gebildet, wobei die Reihenschaltung durch 5 realisiert ist. Die Resonanzfrequenz der in Fig. 1 dargestellten Dimensionierung liegt bei ca. 90 Mhz.

Fig. 3 stellt ein beispielhaftes Sicherungselement dar, bei welchem das frequenzselektive Element durch ein Ganzwellendipol gebildet ist, welches aus zwei Halbwellenstrahlern 7 und 8 besteht. Der Dipol ist mittels Silberleitlack und dem Siebdruckverfahren auf eine ca. 55 x 90 mm große Kunststoffkarte 6 aufgedruckt. Die Resonanzfrequenz liegt bei der dargestellten Dimensionierung bei ca. 5000 Mhz.

Fig. 4 stellt ein beispielhaftes Sicherungselement dar, bei welchem das frequenzselektive Element aus einem Halbwellenstrahler 10 besteht. Dieser ist mittels Silberleitlack und dem Siebdruckverfahren auf eine ca. 55 x 90 mm große Kunststoffkarte 9 aufgedruckt. Die Resonanzfrequenz liegt

bei der dargestellten Dimensionierung bei ca. 2400 Mhz.

Die in Fig. 1 bis Fig. 4 dargestellten Schwingkreise und Halbwellenstrahler können alternativ aus Metallfolien oder Metalldrähten gebildet sein, welche durch mechanische Form- und Schnittwerkzeuge die erforderliche Form erhalten. Hierbei können die entsprechenden Gebilde entweder auf der Oberfläche der Kunststoffkarte oder einem dreidimensionalen Körper aufgebracht werden, oder alternativ innerhalb des Materials angeordnet sein. Bei der Herstellung der Kunststoffkarte geschieht dies beispielsweise derart, dass die Kunststoffkarte aus mindestens zwei Kunststoff Einzelloien besteht, welche aufeinandergeklebt werden, wobei das metallische Gebilde zwischen den beiden Polien angeordnet ist. Bei durch Spritzen hergestellten Kunststoffgegenständen wird das metallische Gebilde in die Spritzform eingelegt und damit während dem Spritzvorgang in das Kunststoffmaterial eingebettet.

Als weitere alternative Ausführungsform der frequenzselektiven Elemente, bestehen die Schwingkreise und Halbwellenstrahler gemäß Fig. 1 bis Fig. 4 aus partiell leitfähigem Kunststoff, sogenannten leitfähigen Polymeren, welche in die Struktur der Kunststoffkarte eingebettet oder auf die Oberfläche der Kunststoffkarte aufgebracht sind.

Fig. 5 stellt beispielhaft die Komponentenanordnung bei Realisierung des Phasenüberlagerungsverfahrens dar. Fig. 6 zeigt die Hüllkurve der beiden Hochfrequenzsignale am Sicherungselement.

Die jeweils von getrennten Hochfrequenzsendern gespeisten Sendeantennen 14 und 15 bestreben den Sicherungsbereich 13, welcher in Wandnähe 11 vor der Eingangstür 12, oder im freien Raum liegen kann. Gleichzeitig ist auf diesen Bereich die Empfangsantenne 16 ausgerichtet, welche mit dem Signaleingang des Hochfrequenzempfängers verbunden ist. Die Strahlungskeulen der Sendeantennen sind durch 17 und 18 und die Strahlungskeule der Empfangsantenne ist durch 19 dargestellt. Alle Antennen sind als Richtantennen ausgebildet und gemäß den räumlichen Gegebenheiten an den Wänden, der Decke oder im Fußboden angeordnet und montiert. Damit im Sicherungselement ein phasenstarres Interferenzprodukt entsteht, müssen die beiden Hochfrequenzsender, welche mit einem Frequenzunterschied von ca. 1 bis 5 KHz senden, phasenstarr an eine gemeinsame Zeitbasis angebunden sein. Optional kann einer der Sender auch frequenzmoduliert sein, wobei in diesem Falle beide Sender auf der gleichen Mittenfrequenz senden und die phasenstarre Kopplung entfällt. Durch die Überlagerung der beiden Hochfrequenzsignale entsteht in einem Sicherungselement, welches sich im Sicherungsbereich 13 befindet, ein Hochfrequenzsignal, dessen Hüllkurve in Fig. 6 dargestellt ist. Dieses Signal wird vom Sicherungselement abgestrahlt, von der Empfangsantenne empfangen und dem Hochfrequenzempfänger zugeleitet, wo es AM demoduliert und auf das Vorhandensein der Interferenzprodukte, welche als Amplitudenmodulation erscheinen, untersucht wird. Die Ablaufsteuerung und Signalbewertung erfolgt durch einen digitalen Prozessor. Wird die Anwesenheit eines Sicherungselementes im Sicherungsbereich detektiert, erfolgt die Alarmausgabe akustisch und/oder optisch.

Fig. 7 stellt die Einzelkomponenten einer Vorrichtung dar, welche auf der Hochfrequenzebene, dem sogenannten Frontend, nach dem bekannten Verfahren des frequenzmodulierten Abstandsradios arbeitet, wobei die klassische Komponentenanordnung des Dauerstrich FMCW Radars angewandt wird. Dieses Standardverfahren wird um die analoge oder digitale Signalanalyse 26, sowie das Sicherungselement 23, welches einen Resonanzreflektor darstellt, ergänzt. Der Signalgenerator oder Oszillator 20 strahlt die Hochfrequenz über die Sende- 22 und Empfangsantenne 24

in den Sicherungsbereich, in welchem sich beispielsweise ein Sicherungselement mit einem Parallelschwingkreis 23 nach Fig. 1 und Fig. 2 befindet. Der Parallelschwingkreis kommt bei der Hochfrequenten Bestrahlung in Resonanz und strahlt das Hochfrequenzsignal als Echo zurück, welches von der Antenne 24 empfangen und dem Frequenzmischer 25 zugeführt wird. In diesem wird das reflektierte Hochfrequenzsignal mit dem Oszillatorsignal gemischt, welches dem Mischer über die Abzweigung 21 zugeführten wird. Das der Analyseeinrichtung 26 zugeführte niederfrequente Mischprodukt besteht aus einem Frequenzgemisch und wird mittels eines Spektrumanalysators 26 oder eines digitalen Signalprozessors 26 analysiert. Die Signalanalyse erfolgt im Frequenzbereich und im Amplitudenbereich, wobei jeder Einzelpeak auf der Frequenzebene einen reflektierenden Gegenstand repräsentiert. Sowohl die Absolutamplituden, als auch die Amplitudenverhältnisse zu den jeweiligen Nachbarsignalen werden analysiert und bewertet. Wird die Anwesenheit eines Sicherungselementes im Sicherungsbereich detektiert, erfolgt die Alarmausgabe akustisch und/oder optisch. Die Ablaufsteuerung und Signalbewertung kann durch festverdrahtete analoge und/oder digitale Logik, durch digitale Prozessoren oder durch analogdigitale Signalprozessoren erfolgen.

25 Die in Fig. 8 alternativ dargestellte Vorrichtung, unterscheidet sich durch die räumliche Trennung von Sende- und Empfangsantenne von der Vorrichtung gemäß Fig. 7. Die Antennenanordnung erfolgt zweckmäßigerweise wie in Fig. 5 gezeigt, wobei eine, der in Fig. 5 dargestellten Sendeantennen 14 oder 15 der Sendeantenne 30 von Fig. 8 entspricht, wobei die andere Sendeantenne entfällt. Die in Fig. 5 dargestellte Empfangsantenne 16 entspricht der Empfangsantenne 32 von Fig. 8. Der Oszillator oder Sender 27 kann entgegen der dargestellten Platzierung nahe der Sendeantenne 30, optional nahe dem Mischer 33 und der Analyseeinrichtung 34 angeordnet sein, wobei die Sendeantenne 30 über Kabel gespeist wird. Weiterhin können optional zwei getrennte, jeweils an der Sendeantenne 28 oder am Mischer 33 platzierte, frequenzgewobbelte Oszillatoren vorgesehen sein, welche durch eine Infrarot-, Funk- oder Drahtverbindung verbunden sind, über welche die synchrone Frequenzwobbelung erfolgt. Es ist zu beachten, dass durch die konstruktive Gestaltung der Kabellängen 28/29 von Fig. 8 oder durch die Laufzeitbeeinflussung der Verbindung zwischen den beiden optionalen Oszillatoren, ein definierter Abstands- und Frequenz-Offset der Vorrichtung realisiert werden kann, wodurch der konstruktive Frequenzbereich und die spektrale Verteilung der niederfrequenten Mischprodukte festgelegt wird. Der Vorteil der Anordnung nach Fig. 8, gegenüber der Anordnung nach Fig. 7 liegt darin, dass die Erkennungssicherheit des Sicherungselementes 31 und die Fehlalarmsicherheit vergrößert wird.

Fig. 9 und Fig. 10 stellen die zeitlichen Signalabläufe des FMCW frequenzmodulierten Abstandsrads dar. Die dreieckförmige Kurve 35 gibt den zeitlichen Frequenzverlauf des von den Antennen 21 oder 28 abgestrahlten Hochfrequenzsignales wieder. Kurve 36 gibt den zeitlichen Frequenzverlauf des von dem Sicherungselement zurückgestrahlten Hochfrequenzsignales wieder, wobei die Darstellung davon ausgeht, dass ein unbewegter reflektierender Gegenstand vorhanden ist. Der Wobbelhub ist die Differenz zwischen 37 und 38, wobei 37 die obere Frequenz und 38 die untere Frequenz darstellt.

Fig. 10 gibt den Frequenz-Zeitverlauf des niederfrequenten Mischproduktes, eines sich nicht bewegenden Sensorelementes wieder, wobei 40 die Frequenz NULL Hertz und 41 das aus der Signallaufzeit resultierende niederfrequente Mischprodukt wiedergibt.

Fig. 11 und Fig. 12 gibt den Zeitverlauf des niederfrequenten Mischproduktes, eines sich beispielsweise von der in Fig. 7 dargestellten Sendeantenne 22 und Empfangsantenne 24 weg bewegenden Sensorlementes wieder, wobei 45 den zeitlichen Frequenzverlauf des von den Antennen 22 abgestrahlten Hochfrequenzsignals und 46 das zurückgestrahlte um den Dopplereffekt 49 frequenzverschobene Hochfrequenzsignal wiedergibt. Die obere Sendefrequenz wird durch 47 und die untere Sendefrequenz wird durch 48 dargestellt. Die Frequenz NULL Hertz wird durch 42 dargestellt, das höherfrequente Mischprodukt wird durch 43 dargestellt und das niederfrequente Mischprodukt wird durch 44 dargestellt. Die Mittelung von 43 und 44 ergibt die der rubenden Momentanposition des Sensorlementes entsprechende Frequenz.

Natürlich können auch Mischformen des beschriebenen Phasenüberlagerungsverfahrens und des beschriebenen Radarverfahrens realisiert werden. Des Weiteren können auch mehr als zwei Sender und/oder Empfänger zusammen mit den zugehörigen Antennen zu einem Systemverbund kombiniert werden.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Detektion von Gegenständen, welche unberechtigt durch einen gesicherten Bereich befördert werden, dadurch gekennzeichnet, dass
  - a) ein oder mehrere Hochfrequenzsender und Sendeantennen mit gleichen oder unterschiedlichen Sendefrequenzen, welche so beschaffen, angeordnet und zusammengefügt sind, dass innerhalb eines gesicherten Bereiches ein gebündeltes Hochfrequenzfeld erzeugt wird, wobei innerhalb eines in diesen Bereich eingebrachten Sicherungselementes eine rezonante HF Schwingung erzeugt und das Sicherungselement damit zum passiven Strahlen auf der Erregerfrequenz oder dem Gemisch der Erregerfrequenzen angeregt wird,
  - b) und mindestens ein Hochfrequenzempfänger einschließlich der zugehörigen Empfangsantenne und mindestens eine Signalanalyseeinrichtung so beschaffen, angeordnet und zusammengefügt sind, dass die innerhalb des abzusichernden Raumbereiches auftretende Hochfrequenzstrahlung selektiv empfangen, detektiert und analysiert wird,
  - c) das Sicherungselement aus einer Kunststoffkarte besteht, auf oder in welcher ein oder mehrere Hochfrequenzschwingkreise mittels elektrisch leitfähigem Material angebracht sind,
  - d) oder das Sicherungselement aus einer Kunststoffkarte besteht, auf oder in welcher eine oder mehrere Hochfrequenz Dipolantennen oder gestreckte oder gewendelte Einzelstrahler, mittels elektrisch leitfähigem Material angebracht sind,
  - e) oder das Sicherungselement aus einem dreidimensionalen Körper besteht, auf oder in welchem ein oder mehrere Hochfrequenzschwingkreise oder Dipolantennen oder Einzelstrahler mittels elektrisch leitfähigem Material angebracht sind.
2. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Hochfrequenzschwingkreis oder die Hochfrequenz Dipolantenne mittels Leitlack und vorzugsweise Siebdruckverfahren oder Tampondruckverfahren auf die Kunststoffkarte oder den dreidimensionalen Körper aufgedruckt wird.
3. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Leitlack vorzugsweise auf metalli-

scher Basis aufgebaut ist.

4. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Hochfrequenzschwingkreis oder die Hochfrequenz Dipolantenne alternativ aus pulverförmigen, gebundenen Metallstäuben besteht.
5. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Hochfrequenzschwingkreis oder die Hochfrequenz Dipolantenne alternativ aus geformter metallischer Folie oder Metalldraht besteht, welche in das Sicherungselement eingebettet oder auf der Oberfläche des Sicherungselementes aufgebracht ist.
6. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Sicherungselement alternativ aus einer Kunststoffkarte besteht, wobei der Hochfrequenzschwingkreis oder die Hochfrequenz Dipolantenne aus partiell leitfähigem Kunststoff in die Struktur der Karte eingebettet oder auf diese aufgebracht ist.
7. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Sendeantennen vorzugsweise Richtantennen sind.
8. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Empfangsantenne oder die Empfangsantennen so beschaffen und angeordnet sind, dass diese nur die von dem abzusichernden Raumbereich ausgehende Hochfrequenzstrahlung empfangen und die direkte Strahlung von den Sendeantennen bestmöglich gedämpft wird.
9. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zwei unmodulierte Hochfrequenzsender mit einem Frequenzversatz senden, wobei die beiden Sendeantennen den gesicherten Bereich aus unterschiedlichen, oder gleichen Positionen bestrahlen und die beiden Sendesignale vorzugsweise phasenstarr verbunden sind.
10. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein unmodulierter und ein frequenzmodulierter Hochfrequenzsender senden, wobei die beiden Sendeantennen den gesicherten Bereich aus unterschiedlichen oder gleichen Positionen bestrahlen.
11. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass das in den gesicherten Bereich eingebrachte Sicherungselement von den beiden unterschiedlichen Sendefrequenzen angeregt wird, wodurch sich die beiden HF Signale vektoriell addieren und dieses mit einer Amplitudenschwiegung behaftete HF Signal von dem Sicherungselement abgestrahlt und von dem Hochfrequenzempfänger empfangen und ausgewertet wird.
12. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein zyklisch frequenzgewobbelter oder frequenzmodulierter Hochfrequenz Dauerstrichsender den gesicherten Bereich mittels Richtantenne bestrahlt und dass das von dem in den gesicherten Bereich eingebrachten Sicherungselement reflektierte HF Signal von der Sende- und Empfangsantenne aufgenommen und der Empfangseinrichtung zugeführt wird, welche eine Frequenzmischereinrichtung enthält, deren Oszillatoren eingang von der ausgesandten Hochfrequenz gespeist wird und deren Zwischenfrequenzausgang einer Signalauswerte- und Signalanalyseeinrichtung zugeführt wird, welche das Signal im Frequenzbereich im Zeitbereich und im Amplitudengbereich analysiert.
13. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein zyklisch frequenzgewobbelter oder frequenzmodulierter Hochfrequenz Dauerstrichsender den gesicherten Bereich mittels Richtantenne bestrahlt und dass das von dem in den gesicherten Bereich eingebrachten Sicherungselement reflektierte HF Signal

DE 199 53 651 A 1

11

12

von mindestens einer räumlich getrennt angeordneten Empfangsantenne aufgenommen und mindestens einer Empfangseinrichtung zugeführt wird, welche eine Frequenzmischeinrichtung enthält, deren Oszillatoreingang von einem Oszillator gespeist wird, dessen Frequenz gleich der Sendefrequenz ist und synchron der Sendefrequenz gewobbelt oder frequenzmoduliert wird und deren Zwischenfrequenzausgang einer Signalauswerte- und Signalanalyseinrichtung zugeführt wird, welche das Signal im Frequenzbereich im Zeitbereich 10 und im Amplitudengang analysiert.

14. Vorrichtung gemäß Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Signalauswerte- und Signalanalyseinrichtung von einem analogen Niederfrequenz-Spektrumanalysator oder einer digitalen Signalanalyseinrichtung gebildet wird.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

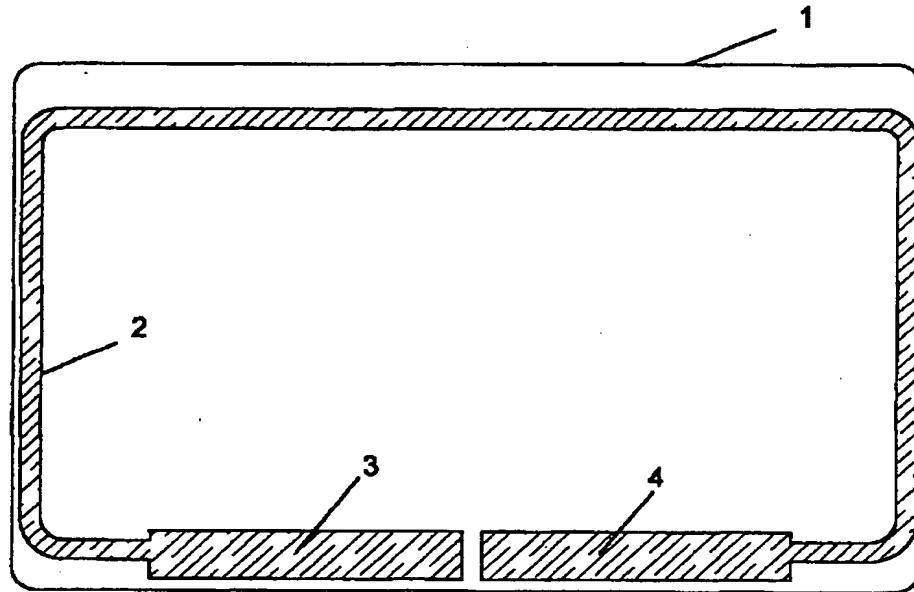


Fig. 1

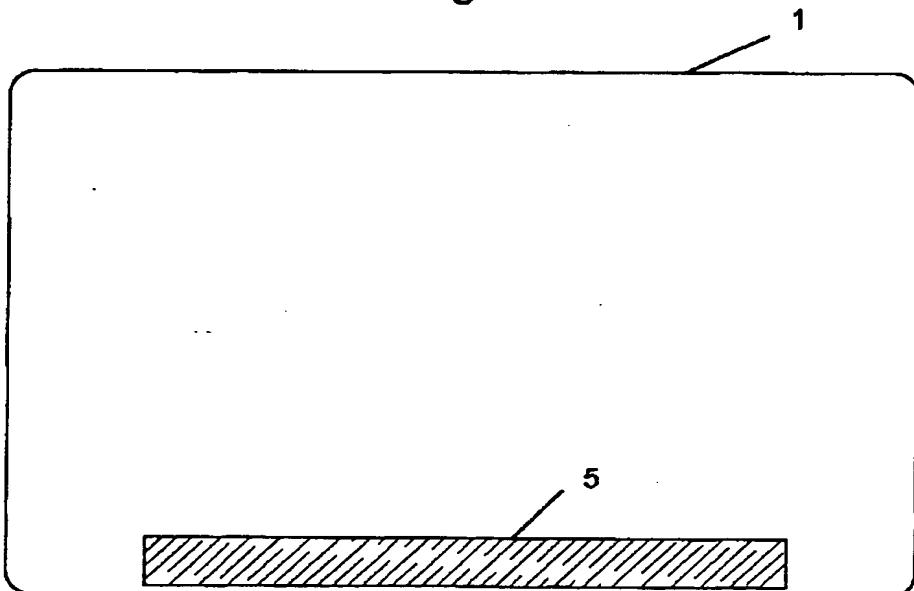


Fig. 2

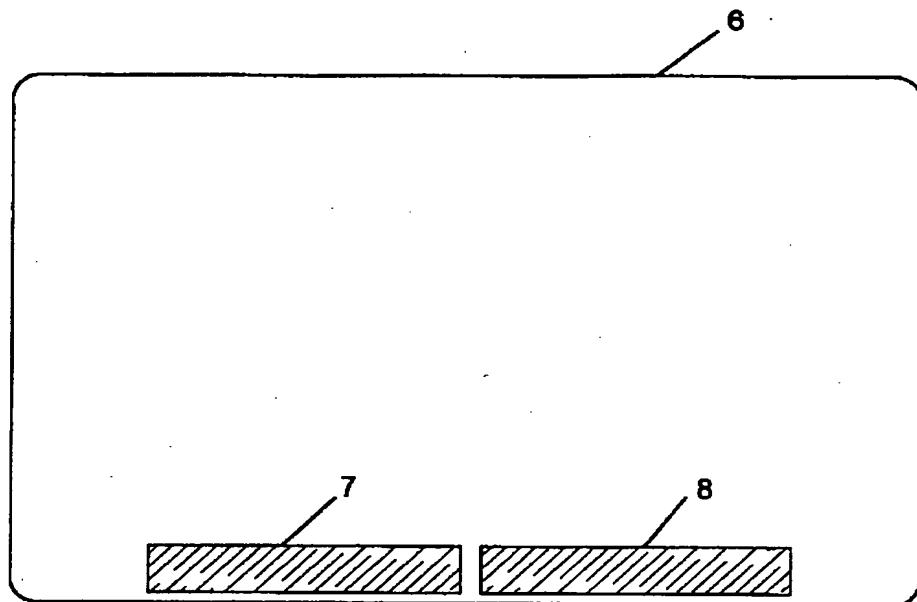


Fig. 3

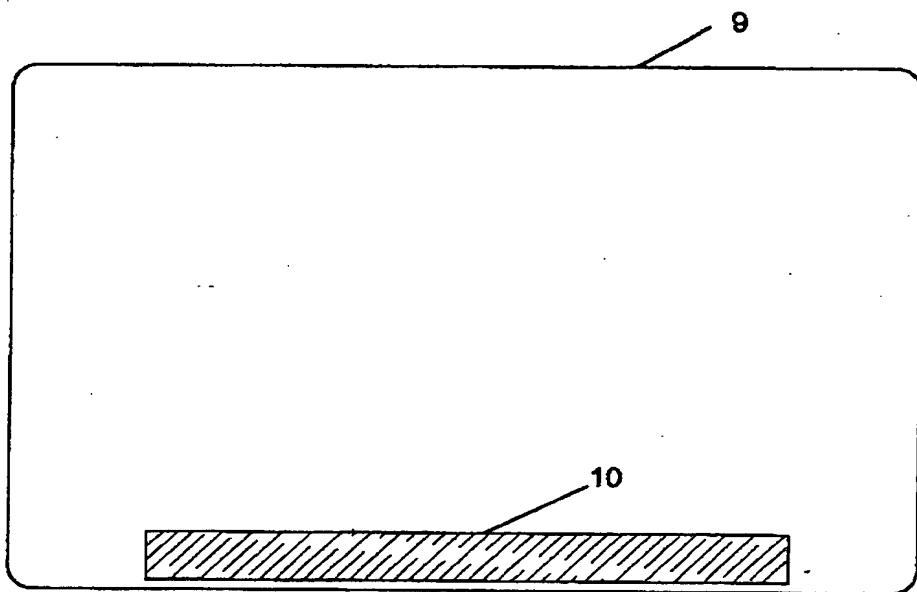


Fig. 4

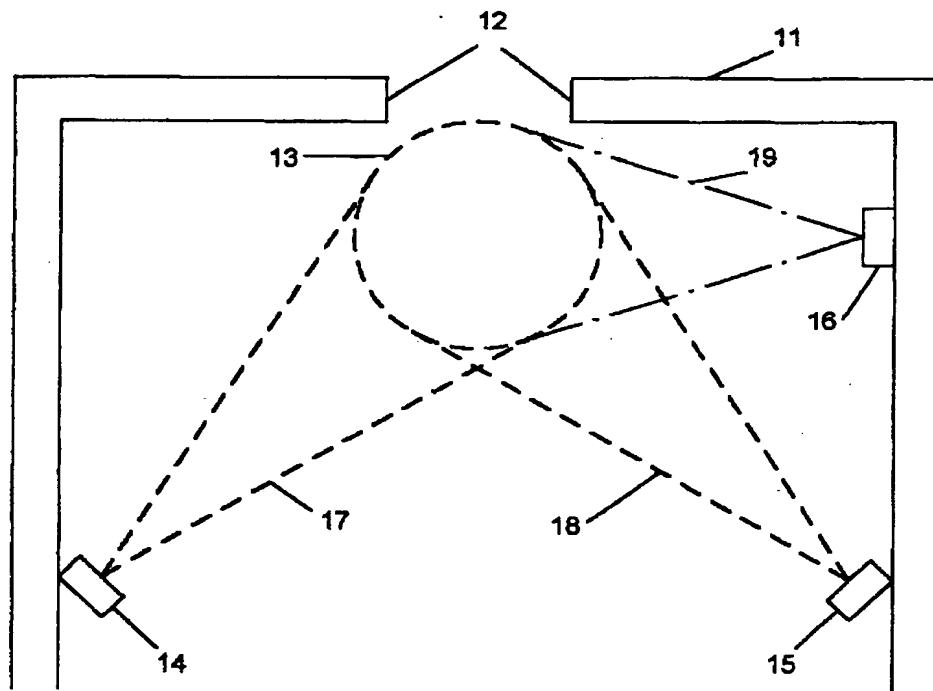


Fig. 5

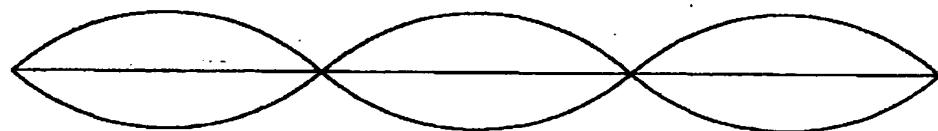


Fig. 6

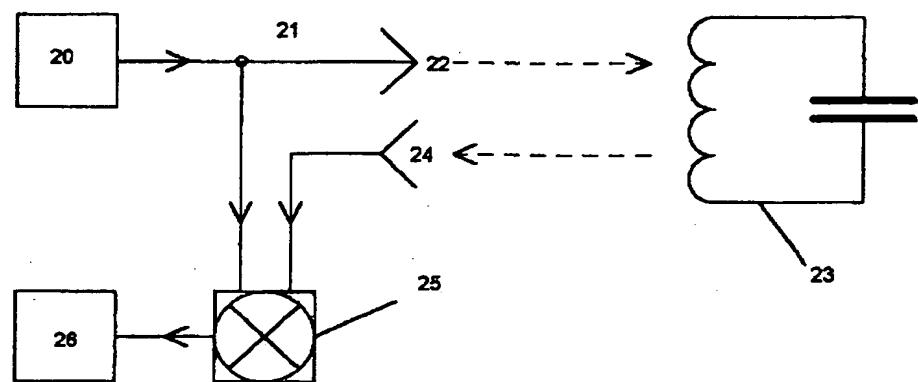


Fig. 7

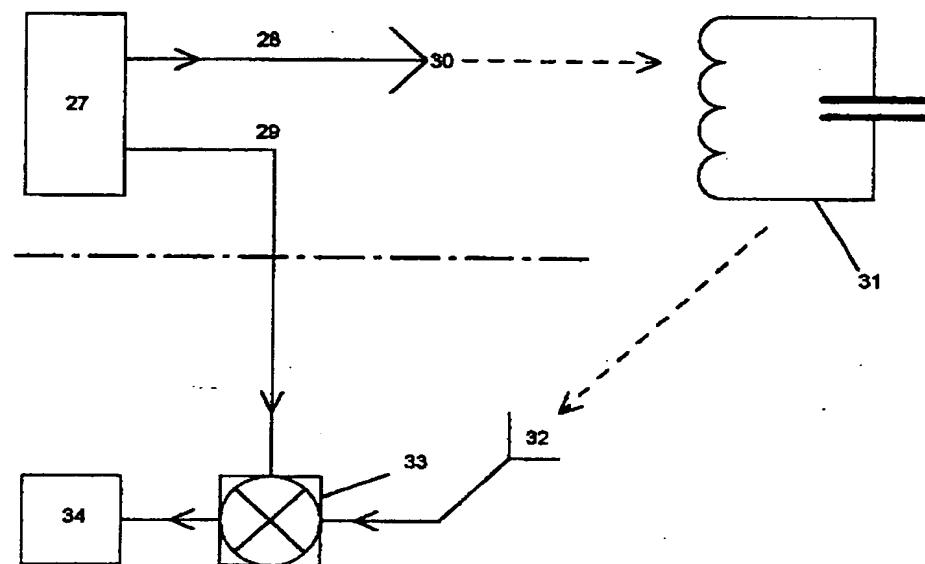


Fig. 8

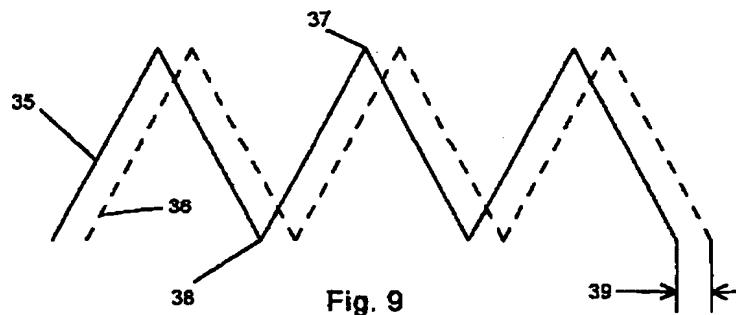


Fig. 9

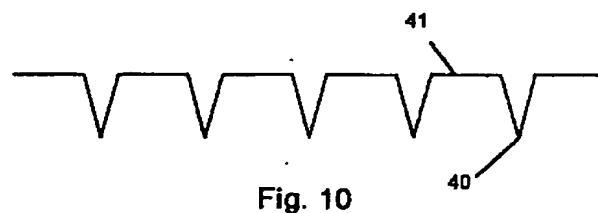


Fig. 10

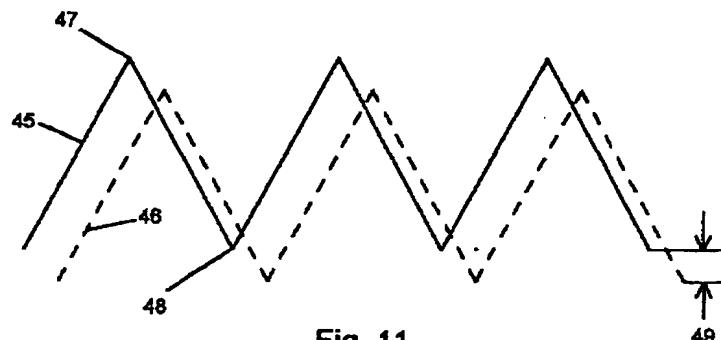


Fig. 11

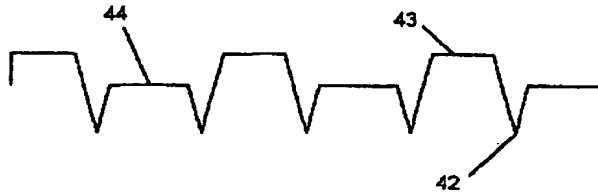


Fig. 12